

## QUARTÄRBOTANISCHE UNTERSUCHUNGEN ZUR VEGETATIONSGESCHICHTE DER ALPE D'ESSERTSE, (HEREMENCE, WALLIS)

Willy Tinner<sup>1</sup>

### RÉSUMÉ

**Recherches sur l'histoire de la végétation de l'Alpe d'Essertse, (Héremence, Valais) pendant le quaternaire.**

Afin d'étudier l'histoire de la végétation de l'Alpe d'Essertse, des sondages ont été effectués dans le Gouillé Rion, un étang situé à 2343 m d'altitude. Les grains de pollen contenus dans le sédiment lacustre ont été analysés palynologiquement. Le diagramme pollinique montre qu'après le retrait des glaciers vers 13000 BP (Before Present), l'Alpe d'Essertse fut colonisée par une végétation alpine et une végétation d'éboulis. Entre 9500 et 3600 BP le mélèze (*Larix decidua*) et l'arole (*Pinus cembra*) formaient une forêt qui atteignait au moins 2343 m. A partir de 5000 BP la forêt s'ouvrit et la limite de la forêt commença à s'abaisser. Des buissons d'aune vert (*Alnus viridis*) remplacèrent peut à peu la forêt. Entre 1700 et 900 BP seulement, cette végétation apparentée aux forêts fit place aux prés et pâturages. Seul l'utilisation d'autres méthodes permet d'estimer la limite d'altitude maximale atteinte par la forêt au cours de l'holocène: pour l'Alpe d'Essertse des charbons trouvés dans le sol, ainsi que des bioséquences pédologiques suggèrent une limite de la forêt maximale entre 2400 et 2450 m d'altitude.

### EINLEITUNG

Viele Flach-, Hochmoore und kleine Seen prägen die eindrucksvolle Landschaft der Alpe d'Essertse. Eines dieser Moore wurde von WELTEN (1982) pollenanalytisch untersucht. Dieses Pollendiagramm Mont Carré (2290 m ü.M.) zeigt die Vegetationsgeschichte der Alpe d'Essertse von ca. 11500 BP (Before Present) bis 4000 BP.

Von besonderem vegetationsgeschichtlichen Interesse ist das von Welten untersuchte Flachmoor, weil es als höchstgelegener Standort der Schweiz eine (durch die Pollenanalyse und die Bestimmung von Spaltöffnungen gesicherte) durchgehende Bewaldung von 9000 bis 5000 BP belegt (LANG 1993).

---

<sup>1</sup> Systematisch-Geobotanisches Institut der Universität, Altenbergrain 21, CH 3013 Bern.

1991 wurden auf der Alpe d'Essertse, in 2343 m Höhe, neue Bohrungen durchgeführt. Die Sedimente des Seeleins Gouillé Rion wurden pollenanalytisch untersucht, um die Geschichte der Waldgrenzvegetation zu rekonstruieren. Diesem Zweck dienten zusätzlich bodenkundliche Untersuchungen (TINNER 1994).

## GEOGRAPHIE, KLIMA UND VEGETATION

Die Alpe d'Essertse (Gemeinde Hérémence) liegt im Val d'Hérémence, ein südliches Seitental des Rhonetals, in 2000 bis 2600 m Höhe (s. Abb. 1). Tektonisch gehört die Alpe d'Essertse zum Penninikum und zwar zum Kristallin der Bernharddecke. Am nördlichen Rand der Alp zieht sich ein Band von mesozoischen Sedimenten durch das Gebiet (VALLET 1950). Die letzte Eiszeit hat die Alp stark geprägt, es entstand eine eindruckliche Moränenlandschaft mit langgezogenen Moränenwällen (s. Abb. 1). Der Dixencegletscher erreichte

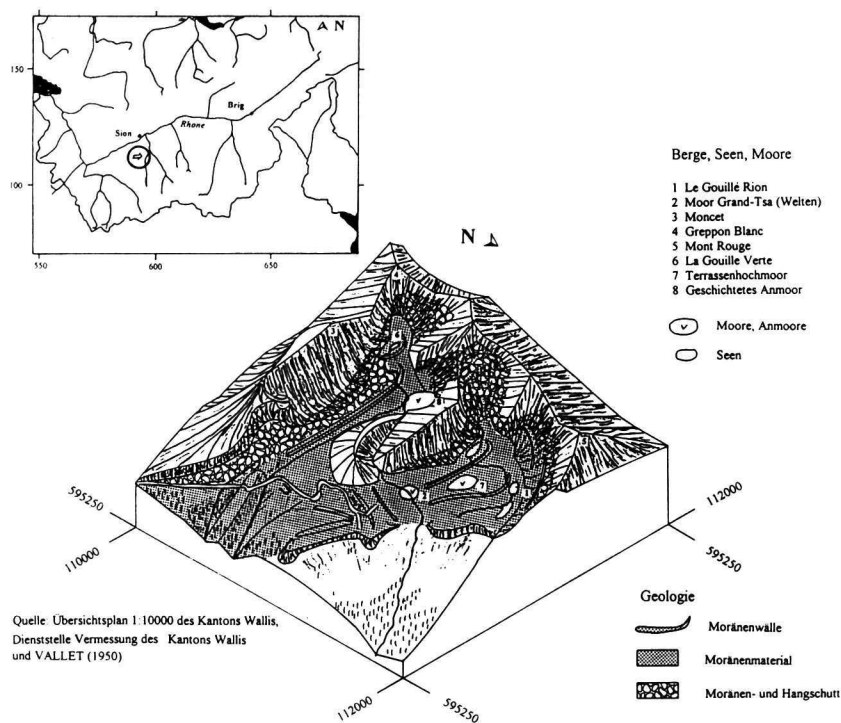


Abb. 1. Topographie und Geologie der Alpe d'Essertse, Hérémence (VS)

bei der Alpe d'Essertse die Maximalhöhe von 2000 m (VALLET 1950: 462), so dass die Moränenablagerungen oberhalb von 2000 m auf lokale Vergletscherungen zurückzuführen sind. Hellglimmerschiefer bildet den Hauptbestandteil des Moränenmaterials.

Die Alpe d'Essertse weist ein der Höhenlage entsprechendes inneralpines Trockenklima auf, die Jahresmitteltemperatur beträgt ca. 10°C, die Jahresniederschlagsmenge je nach Höhe 1100 mm und mehr (ROH & REY 1989: 170). Die Waldgrenze, d.h. die reale Grenze der geschlossenen Waldbestände (HÜPPE & POTT 1992: 51), liegt in 2100 m Höhe. Auf die Waldgrenze folgt nach oben die Baumgrenze (oder potentielle Waldgrenze), sie zeigt die Obergrenze des natürlichen Baum- oder Waldwuchses. Die heutige Baumgrenze kann für das Val d'Héremence durch eine höchststeigende Baumgruppe bei der Crête de Thyon auf 2320-2350 m ü.M. geschätzt werden. Der subalpine Wald weist unterhalb der Alpe d'Essertse folgende Stufung auf: bis 2000 m Fichtenwald mit wenig Lärchen, von 2000 bis 2100 m ein fast reiner Lärchenwald, darüber an unzugänglichen Stellen einzelne schön gewachsene Arven. Den Übergang zu den subalpinen und alpinen Borstgrasweiden bilden am Lärchenwaldrand dichte, aber räumlich kaum ausgedehnte Grünerlengebüsche.

In einer der Kar-Nischen der Alpe d'Essertse liegt, in 2343 m Höhe, von spätglazialen Moränenwällen umgeben, der Gouillé Rion («runder Teich»). Er weist heute keinen nennenswerten oberirdischen Zufluss auf und nur einen geringen Abfluss, der sich seinen Weg durch die Ruinen eines Staudamms bahnt. Das hydrologische Einzugsgebiet umfasst eine Fläche von nur 2,5 ha. Bei den Unterwasserbohrungen im August 1991 betrug die Wassertiefe in der Seemitte 8 m. Der mittlere Durchmesser vom Gouillé Rion beträgt ungefähr 80 m. In diesem Seelein erreicht das schwimmende Laichkraut (*Potamogeton natans*) sein höchstes Vorkommen im Wallis (ROH & REY 1989: 171).

## BOHRUNGEN UND SEDIMENT

Im August 1991 erfolgten, von einer auf Schlauchbooten fixierten Bohrplattform aus, zwei Unterwasserbohrungen im Gouillé Rion (Livingstone-Stechrohrbohrer, Kerndurchmesser 4,5 cm). Wegen den lockeren Sedimenten und der beachtlichen Wassertiefe (8 m) hatte die Bohrmannschaft grosse Mühe, die obersten Sedimente zu bergen. Mit der Bohrung GR 1 gelang es, dank Einsatz eines 2 m langen Plexiglasrohrs, die obersten 90 cm zu sichern. Die zweite Bohrung (GR 2) wurde von Anfang an erst 1 m unterhalb der Seebodenoberfläche begonnen. Die Bohrkerne endeten jeweils in folgender Tiefe: GR 1: 90 cm; GR 2: 200 cm, 300 cm, 400 cm, 492 cm, 533 cm.

Das Seesediment des Gouillé Rion weist an den zwei Bohrstellen folgende Stratigraphie auf:

**GR 1**

|          |                 |
|----------|-----------------|
| 0- 3 cm  | Silt            |
| 3- 90 cm | Detritus-Gyttja |

**GR2**

|            |                           |
|------------|---------------------------|
| 107-144 cm | Detritus-Gyttja           |
| 144-145 cm | Silt                      |
| 145-163 cm | Grob-Detritus-Gyttja      |
| 163-233 cm | Detritus-Gyttja           |
| 233-287 cm | Silt-Gyttja               |
| 287-460 cm | Silt                      |
| 460-486 cm | sandiger Silt             |
| 486-498 cm | siltiger Sand             |
| 498-533 cm | Moräne (Kies, Sand, Silt) |

### DATIERUNG, INFLUX- UND PROZENTDIAGRAMM

Die  $^{14}\text{C}$ -Datierungen wurden nach der AMS-Methode (Accelerating Mass Spectrometry) im Svedberg-Laboratoriet der Universität Uppsala (persönliche Mitteilung POSSNERT & SÖDERMAN 1994) gemessen. Die Pflanzenreste terrestrischen Ursprungs aus den Sedimenten des Gouillé Rion weisen folgende unkalibrierte Alter auf:

| <b>Labornummer</b> | <b>Tiefe</b> | <b><math>^{14}\text{C}</math>-Alter BP</b> |
|--------------------|--------------|--|
| <b>GR 1:</b>       |              |  |
| Ua-3937            | 1- 4 cm      | 205±60                                     |
| Ua-3938            | 84- 87 cm    | 2055±60                                    |
| <b>GR 2:</b>       |              |  |
| Ua-3939            | 138-144 cm   | 2285±55                                    |
| Ua-3940            | 183-186 cm   | 3090±70                                    |
| Ua-3941            | 242-243 cm   | 6525±75                                    |
| Ua-3942            | 267-270 cm   | 8600±75                                    |

Die spätglazialen Sedimente sind rein mineralisch, eine  $^{14}\text{C}$ -Datierung ist deshalb nicht möglich. Die Pollenanalyse ermöglicht aber biostratigraphische Vergleiche mit anderen  $^{14}\text{C}$ -datierten Pollendogrammen aus der subalpinen Stufe im Wallis. Dies erlaubt es, die Sedimente annäherungsweise zu datieren. Von besonderer Bedeutung für die Datierung des Spätglazials vom Gouillé Rion sind die Pollendogramme vom Simplon-Hopschensee, 2017 m und von Zeneggen Hellelen, 1510 m (WELTEN 1982).

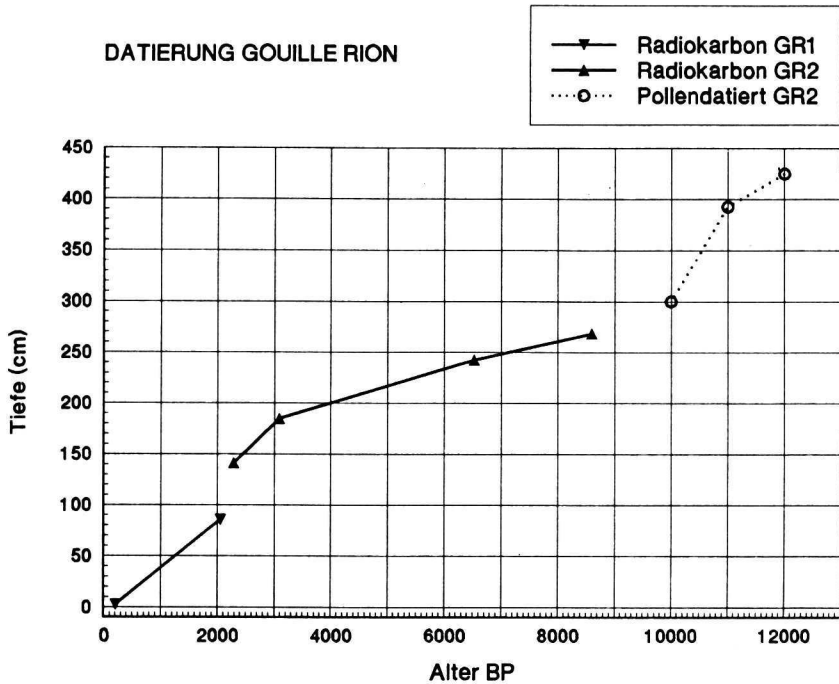


Abb.2: Radiokarbon- und Pollendatierungen der Sedimente von Gouillé Rion

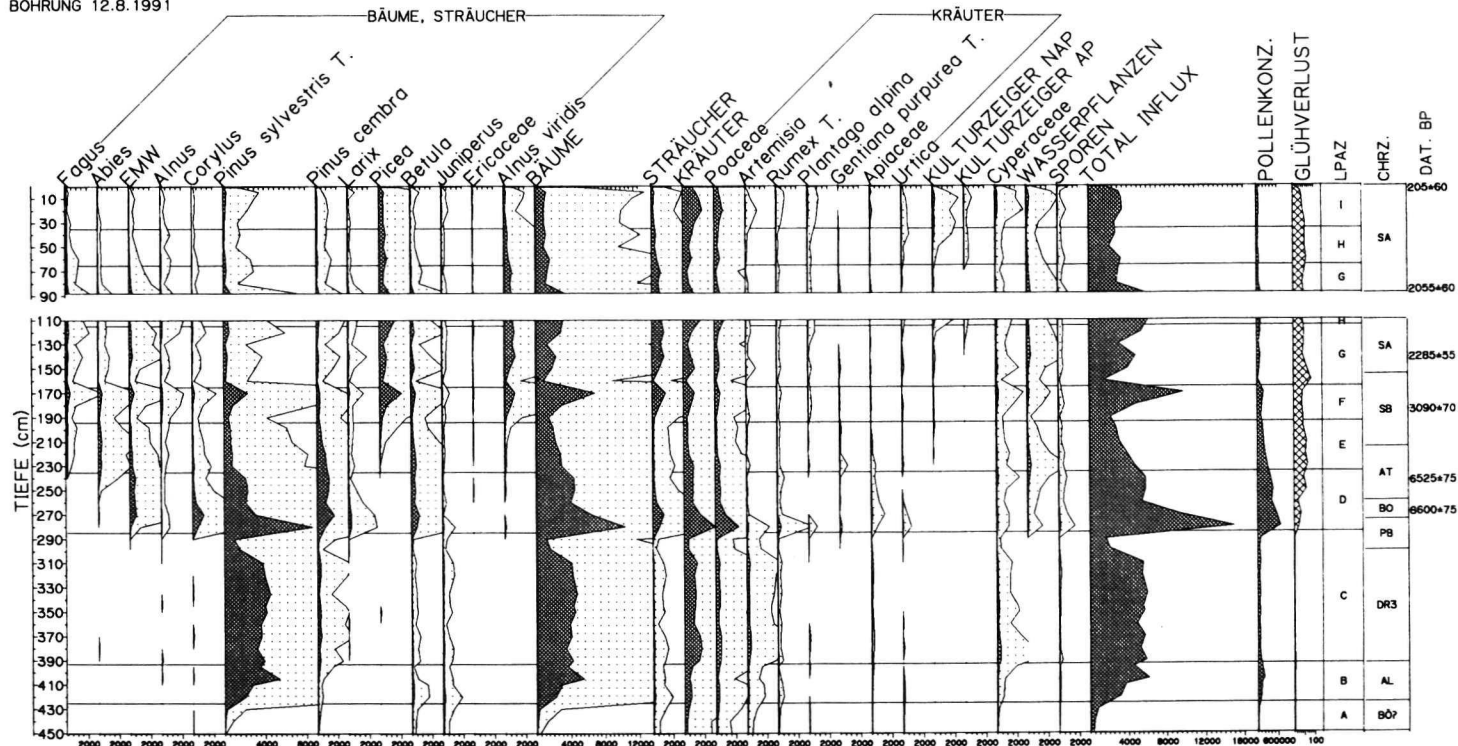
Mit Hilfe der Radiokarbon- und der pollenstratigraphischen Datierungen wurden die Diagramme in Chronozonen nach WELTEN (1982: 91) eingeteilt.

Die Abkürzungen in der rechten Spalte (CHRZ.) der Pollendia-gramme stehen für:

| Abkürzung | Chronozone     | Radiokarbonjahre |
|-----------|----------------|------------------|
| BÖ        | Bölling i.w.S. | 13000-12000 BP   |
| AL        | Alleröd        | 12000-11000 BP   |
| DR3       | Jüngere Dryas  | 11000-10000 BP   |
| PB        | Präboreal      | 10000- 9000 BP   |
| BO        | Boreal         | 9000- 8000 BP    |
| AT        | Atlantikum     | 8000- 5000 BP    |
| SB        | Subboreal      | 5000- 2500 BP    |
| SA        | Subatlantikum  | 2500- 0 BP       |

## POLLEN-INFLUX

BOHRUNG 12.8.1991



Die Abbildung 2 zeigt das Alter der Sedimente des Gouillé Rion. Aus dem Produkt der Sedimentationsraten (cm/Jahr) und der Pollenkonzentrationen (Pollenkörner/cm<sup>3</sup>, Methode mit Lycopodiumtabletten nach STOCKMARR 1971) lässt sich der Pollen-Influx (Pollenkörner/cm<sup>2</sup>/Jahr) berechnen. Das Influx-Diagramm (Abb. 3) basiert auf der in Abb. 2 dargestellten Datierung und zeigt nur eine beschränkte Anzahl wichtiger Pollentypen.

Beim Pollen-Prozentdiagramm (Faltbeilage) wurden die Pollen der Wasserpflanzen und die Sporen aus der Pollensumme (100 %) ausgeschlossen. Um die seltenen Pollen im Diagramm sichtbar darzustellen, wurde ein weniger dichtes Raster gewählt. Die Pollenkurven der prozentual schwach vertretenen Pollentypen sind um das Zehnfache beim Influx- und um das Zwanzigfache beim Prozentdiagramm erhöht.

Bestimmt wurden die Pollen mit Hilfe der Rezensammlung (Vergleichspräparate und Fotografien) des Systematisch-Geobotanischen Instituts der Universität Bern und der Bestimmungsschlüssel von FAEGRI & IVERSEN (1975), PUNT & CLARK (1976 ff) und MOORE, WEBB & COLLINSON (1991). Die Koniferen-Spaltöffnungen wurden nach TRAUTMANN (1953) bestimmt. Die Einteilung der Pollentypen in ökologische Gruppen erfolgte nach WICK (1991, 1994a).

---

Abb. 3: Pollen-Influx (PK/cm<sup>2</sup>/a) Gouillé Rion, GR 1 = Tiefen 0-90 cm, GR 2 = Tiefen 110-450 cm

## VEGETATIONSGESCHICHTE

Die Diagramme wurden in lokale Pollenzonen (LPAZ) eingeteilt. Die mit den Buchstaben A bis I benannten Pollenzonen sind biostratigraphische Einheiten.

### **LPAZ A, 450-425 cm: Pioniervegetation, Bildung der alpinen Rasen (12500-12000 BP)**

Die Sedimentstratigraphie vom Gouillé Rion zeigt, dass nach dem Gletscherrückzug (498 cm) eine Zeit stärkerer Erosionen folgt, die sich in sandreichen Sedimenten widerspiegelt (498-460 cm). Erst allmählich kann die Pioniervegetation den Rohboden so festigen, dass nur noch die Silt- und Tonfraktion erodiert und im Seebecken abgelagert werden. Beim Gouillé Rion setzt die Besiedlung der Moränen-Rohböden mit Gräsern und anderen Krautpflanzen ein: Pollen von Rubiaceae, Caryophyllaceae, *Helianthemum*, *Saxifraga oppositifolia* - Typ (=T.), *Saxifraga stellaris*-T., *Potentilla*-T., *Dryas*-T. und Ranunculaceae werden vom Wind nicht weit verfrachtet (WELTEN 1982: 78). Diese Krautpflanzen blühen deshalb zu dieser Zeit, wie ein Teil der Asteraceae, Cichoriaceae, Apiaceae, Cyperaceae, *Rumex*-T., *Plantago* und *Plantago alpina* mit grosser Wahrscheinlichkeit in der Nähe des Sees. Die sehr hohen Poaceae-Prozentwerte können teilweise, neben den meisten Gehölzpflanzen und den Pflanzen der Kältesteppe (*Artemisia*, Chenopodiaceae und *Thalictrum*), dem Fernflug zugerechnet werden.

Die Pollenkonzentration (Minimum: 11295 PK/cm<sup>3</sup>) und der Pollen-Influx (Baumpollen (=AP): 104-400 PK/cm<sup>2</sup>/a; Nichtbaumpollen (=NAP): 258-418 PK/cm<sup>2</sup>/a) sind sehr gering, was auf eine ziemlich offene Vegetationsdecke hinweist (geringe Pollenproduktion und erhöhte Sedimentationsrate durch Bodenerosion).

### **LPAZ B, 425-393 cm: Alpine Rasen (12000-11000 BP).**

In dieser Zone erreicht der *Pinus sylvestris*-T., der im Wallis fast ausnahmslos *Pinus sylvestris* zuzuordnen ist (WELTEN 1982: 77), Maximalwerte (88%). Alle anderen AP und NAP werden prozentmässig zurückgedrängt. Ein Blick auf das Influx-Diagramm zeigt aber, dass der Pollen-Influx der NAP (496-805 PK/cm<sup>2</sup>/a) zunimmt, d.h. die stark erhöhte Pollenmenge des *Pinus sylvestris*-T. drängt die anderen Pollentypen prozentual zurück, obwohl deren absoluten Pollenzahl



ebenfalls ansteigt. Die geringe Sedimentation deutet auf eine zunehmende Stabilisierung des Einzugsgebiets durch die lokale Vegetation hin. Sehr wahrscheinlich sind die alpinen Rasen um den Gouillé Rion so dicht, dass nur noch wenig Silt oberflächlich erodiert wird. Weder *Pinus cembra* noch *Larix* erreichen im Alleröd die Höhe vom Gouillé Rion. Die Prozentwerte sind zu niedrig und es fehlen Spaltöffnungen oder Nadeln, die später bei höheren Pollen-Werten regelmässig auftreten.

Die Pollenkonzentration erreicht für das Spätglazial Maximalwerte (187885 PK/cm<sup>3</sup>) und der Baumpollen-Influx verzehnfacht sich (AP 2402-5600 PK/cm<sup>2</sup>/a).

### **LPaz C, 393-285 cm: Auflockerung der Rasen und zweite Pionierphase (11000-9500 BP)**

Die Prozentwerte von *Pinus sylvestris*-T. nehmen ab, die NAP-Werte im Vergleich zur vorherigen Zone zu. Vor allem steigt *Artemisia* an, aber auch die Poaceae, die meisten Pionierarten, sowie die Asteraceae, die Cichoriaceae und die Apiaceae sind wieder stärker vertreten. Bei den AP erreichen die beiden *Ephedra*-Typen ein letztes Maximum. Die Zunahme der Pionierpflanzen und starke Boden-erosionen um den Gouillé Rion (in 1000 Jahren 95 cm Silt und vereinzelt Steine), lassen vermuten, dass die lokale Vegetation durch die Klimaänderung der jüngeren Dryas geschädigt wird. Erstaunlicherweise steigt aber der NAP-Influx im Gegensatz zum AP-Influx leicht an: (NAP: 455-1678 PK/cm<sup>2</sup>/a; AP 1230-4754 PK/cm<sup>2</sup>/a). Dies ist sehr wahrscheinlich auf die Zunahme des Pollenfernfluges zurückzuführen, wobei angenommen werden muss, dass die Föhrenwälder der tieferen Lagen durch die Klimaänderung der jüngeren Dryas lichter wurden.

### **LPaz D, 285-235 cm: Lärchen-Arvenwald (9500-6000 BP).**

Im Tiefland wandern wärmeliebende Gehölze ein, während um 9500 BP *Larix* als lichtliebender Pionierbaum die Hochebene der Alpe d'Essertse erreicht (holozänes Influx-Maximum um 9200 BP: 276 PK/cm<sup>2</sup>/a; Spaltöffnungen). Der niedrige Pollen-Influx und die niedrigen Pollenprozentwerte von *Larix*, lassen sich durch die ausgesprochen geringe Pollenproduktion der Lärche erklären (AMMANN & WICK 1993, WICK 1994b). Gleichzeitig mit ihr breiten sich *Urtica* und *Rumex* aus, aber auch Arten der Wiesen (Rosaceae, Campanulaceae).

Als um 9000 BP *Pinus cembra* die Hochebene erreicht (holozänes Influx-Maximum um 8700 BP: 1668 PK/cm<sup>2</sup>/a; Spaltöffnungen), entsteht ein zunehmend dichter Lärchen-Arvenwald mit Hochstaudenunterwuchs (*Ranunculus acris*-T., Ranunculaceae, Apiaceae, *Geranium*, *Aconitum*, *Gentiana purpurea*-T.). Ob *Betula* jemals diese Höhe als Baum erreicht hat, ist fraglich. Sie dürfte hingegen als Strauch, wie heute noch beim Staudamm vom Gouillé Rion, vorgekommen sein. Allmählich löst *Pinus cembra* *Larix* als dominanten Baum der Waldgrenzvegetation ab, und spätestens ab 6000 BP kommt die Lärche wohl nur noch vereinzelt im Arvenbestand vor. Der Lärchen-Arvenwald stabilisiert das Einzugsgebiet vom Gouillé Rion, die Sedimentationsrate nimmt schlagartig ab, die Pollenkonzentration (Höchstwert: 664574 PK/cm<sup>3</sup>) und der Pollen-Influx erreichen für das Holozän Maximalwerte (AP 4384-11405 PK/cm<sup>2</sup>/a; NAP 889-3573 PK/cm<sup>2</sup>/a). Der organische Anteil am Sediment nimmt rasch zu (vgl. Sedimentkolonne und Glühverlustkurve in Prozent des Trockengewichts beim Prozentdiagramm).

#### **LPAZ E, 235-194 cm: Arvenwald (6000-3600 BP).**

Von 6000 bis 5000 BP ist der Arvenwald in einem Gleichgewichtszustand, *Pinus cembra* erreicht maximale Prozentwerte (24%). Die Hochstaudenvegetation ist wie in der vorangehenden Zone gut vertreten, dies deutet darauf hin, dass der Arvenwald an der Waldgrenze relativ feuchte und schattige Bestände bildet. Die anderen Kräuter sind immer noch von zweitrangiger Bedeutung. Dies ändert sich zwischen 5000 und 3600 BP: Der einsetzende Rückgang von *Pinus cembra* (Pollenprozent und Spaltöffnungen) und der Hochstaudenvegetation bei gleichzeitigem Anstieg von Wiesenpflanzen (Campanulaceae, Rosaceae, Cichorioideae, *Plantago alpina*) zeigen, dass sich die Waldgrenze nach unten zu verschieben beginnt. Auffällig ist, dass sich *Pinus cembra* nur langsam und gleichmässig zurückzieht, denn erst um 2800 BP wird die Arve ihren Tiefststand erreichen, von dem sie sich bis in die Gegenwart nicht mehr erholen wird. Gegen Ende der Zone beginnen die Werte von *Picea* und *Alnus viridis* zu steigen, letztere wird *Pinus cembra* in der nächsten Zone zurückdrängen.

Die Veränderungen an der Waldgrenze werden von den Entwicklungen in den tieferen Lagen angekündigt. Um 6000 BP (dendrochronologisch kalibriert ca. 5000 v.Chr.) wird *Pinus sylvestris* arg zurückgedrängt, begünstigt wird dadurch vorerst *Betula*, ein lichtliebender Pionierbaum. Um 5000 BP (kal. ca. 3800 v.Chr.) werden die ersten Cannabaceae und um 4000 BP (kal. ca. 2400 v.Chr.) die ersten Cerealia

bis zur Waldgrenze verweht. Der Pollen-Influx nimmt ab (AP 2117-3202 PK/cm<sup>2</sup>/a; NAP 461-1031 PK/cm<sup>2</sup>/a).

**LPAZ F, 194-165 cm: Sich verdichtendes Grünerlengebüsch, einzelne Arven und Lärchen (3600-2700 BP).**

*Pinus cembra* und *Larix* werden allmählich zurückgedrängt. Es ist anzunehmen, dass *Picea* die Höhe vom Gouillé Rion nicht erreicht (keine Spaltöffnungen, niedrige Pollenkonzentration, heutige Obergrenze nach LANDOLT 1984 in 2100 m). Nur eine systematische Analyse der Makroreste könnte diese Frage genau beantworten. Sicher ist, dass sie im Subboreal unterhalb der Alpe d'Essertse, in 1800 bis 2100 m massgebend am Rückgang der Arve und der Lärche beteiligt ist. Hingegen dürfte *Alnus viridis* bis in die Nähe vom Gouillé Rion hinaufgestiegen sein, denn nach Untersuchungen von WELTEN (1950) und LANG & TOBOLSKI (1985) muss davon ausgegangen werden, dass die Grünerle ab Werten von 5-10 % in der Nähe des Fundortes vertreten ist. Zudem liegt die Obergrenze der Grünerle um 200 m höher als die der Fichte (LANDOLT 1984).

In der Umgebung des Seeleins sind in dieser Pollenzone noch *Pinus cembra* und *Larix* vorhanden (Spaltöffnungen). Diese Waldbestände sind aber so locker, dass die Hochstauden zurückgedrängt werden (Minimum von *Gentiana purpurea*-T., Ranunculaceae, Apiaceae und *Rumex*-T.). Von dieser Waldblösse profitieren *Juniperus* und *Plantago alpina*, die beide als Licht- und Weidezeiger gelten. Dazu passt auch die Zunahme der lichtliebenden *Artemisia*. Erst zu Beginn der nächsten Zone werden die Grünerlenbestände so dicht sein, dass sich die Hochstaudenvegetation erholt. Die Werte der Kulturzeiger (Cannabaceae, Cerealia) bleiben stabil, während der Pollen-Influx wieder ansteigt (AP 1733-8351 PK/cm<sup>2</sup>/a; NAP 410-1134 PK/cm<sup>2</sup>/a). Der Widerspruch zwischen Waldauflockerung und Zunahme des Baumpollen-Influx kann teilweise dadurch erklärt werden, dass in der subalpinen Stufe *Larix* durch *Picea* und *Alnus viridis* verdrängt wird, denn *Larix* gilt, wie bereits erwähnt, im Gegensatz zu den beiden anderen Arten als ausgesprochen schlechter Pollenproduzent. Zudem nimmt in dieser Zone der Fernflug von *Pinus sylvestris*-T. stark zu.

**LPAZ G; GR2 165-115 cm, GR1 88-65 cm: Grünerlengebüsche (2700-1700 BP).**

*Alnus viridis* ist der dominante Gehölzpollen (bis 29 %), das Gebiet um das Seelein ist also mit grösster Wahrscheinlichkeit verstraucht.

*Alnus viridis* bildet zusammen mit *Aconitum*, *Epilobium*, *Rumex*-T., *Gentiana purpurea*-T. und den *Ranunculaceae* Hochstaudenbestände und an trockeneren Stellen breitet sich *Juniperus* aus. *Larix* ist, wenn auch eher als Einzelbaum, vertreten (Nadelfunde). Nur wenig unterhalb des Seeleins lichtet sich der Fichtenwald auf. Es fällt auf, dass sich *Alnus viridis* in diesem zweiten Schub nicht mehr zu Lasten von *Pinus cembra*, sondern von *Picea* ausbreitet. Die Ausbreitung von Pionierpflanzen (*Rubiaceae*, *Caryophyllaceae*, *Chenopodiaceae*, *Thalictrum*, *Helianthemum*, *Saxifraga stellaris*-T.) bei gleichzeitiger Zunahme der Weidezeiger (*Poaceae*, *Plantago alpina*, *Cichoriaceae*, *Ononys*-T.) bezeugt, dass die Vegetationsdecke durch die in der letzten Pollenzone begonnene Beweidung der Alpe d'Essertse beschädigt wird (Kahlfrass, Viehtritte). Die damit verbundene Bodenerosion führt zu einer Siltschicht im Seesediment (144-145 cm). *Pteridium aquilinum*, ein Zeiger für Buschweiden und Brände, weist in dieser Zone erstmals eine geschlossene Kurve auf.

Interessant ist für die Vorgeschichte der Landwirtschaft die Ausbreitung von *Quercus* in den tieferen Lagen, nach WELTEN (1982) eine Folge menschlicher Nutzung (Eichenwaldweide, Eichelmast).

Der Pollen-Influx geht zurück (AP 1084-4169 PK/cm<sup>2</sup>/a; NAP 308-1152 PK/cm<sup>2</sup>/a).

### **LPZH H, GR2 115-110 cm, GR1 65-35 cm: Wiesen und Weiden mit lockeren Grünerlenbeständen (1700-900 BP).**

Erstmals seit dem Spätglazial sinkt in dieser Zone der Baumpollenanteil stark ab (von 84 % auf 64 %). Dies ist hauptsächlich auf eine starke Intensivierung der Landwirtschaft zurückzuführen. Auf der Alpe d'Essertse wird die Beweidung so intensiv, dass sogar *Alnus viridis* zurückweicht. Damit wird die waldnahe Hochstaudenvegetation allmählich durch Arten der Wiesen und Weiden (v.a. *Poaceae*, *Rosaceae* und *Plantago alpina*) ersetzt. Dazu passt die Zunahme von *Artemisia*, einer stark lichtliebenden Krautpflanze und das weitere Absinken des Pollen-Influx (AP 1110-1857 PK/cm<sup>2</sup>/a; NAP 518-782 PK/cm<sup>2</sup>/a). Die Intensivierung der Nutzung ist mit einer Eutrophierung verbunden, wie dies der Anstieg von *Urtica* belegt. Die Nadelfunde im Sediment lassen vermuten, dass in der Nähe des Seeleins noch *Larix* vorkommt, der Pollen-Influx von *Larix* ist aber äusserst gering. Trotz landwirtschaftlicher Intensivierung breitet sich seit der Zeitenwende *Picea* wieder aus. Dies passt zur Ansicht von MARKGRAF (1969), die davon ausgeht, dass die Ausbreitung der Fichte durch menschliche Tätigkeiten gefördert wurde.

Die Entwicklung zur heutigen offenen Wiesen- und Weidenlandschaft der Alpe d'Essertse geschieht nur allmählich, die besprochenen Veränderungen der Vegetation dauern durch das ganze Mittelalter und sogar bis in die Neuzeit an. Im Tal wird seit der Römerzeit, besonders intensiv aber seit dem Mittelalter, die Landwirtschaft umstrukturiert. Neu werden *Secale*, *Juglans* und *Vitis* angebaut, der Weidewald (*Quercus*) wird zurückgedrängt. Der ebenfalls neu auftretende Pollen von *Castanea* ist mindestens teilweise als Fernflug aus den Südalpen anzusprechen, denn das Zentralwalliser Trockenklima ist kaum für den Kastanienanbau geeignet.

### **LPAZ I, 35-1 cm: Wiesen und Weiden (900-0 BP).**

Der Baumpollenanteil sinkt weiterhin stark ab (von 64 % auf 38 %). Die Gehölzpflanzen werden auf der Alpe d'Essertse noch stärker zurückgedrängt, nur die «Weideunkräuter» *Juniperus* und *Ericaceae* können sich ein wenig ausbreiten. Die *Poaceae* und viele Pflanzen der Wiesen und Weiden (*Rosaceae*, *Asteraceae*, *Cichoriaceae*, *Plantago*, *Plantago alpina*, *Plantago maior*-T., *Plantago montana* T, *Campanulaceae*, *Onobrychis*, *Scabiosa*, *Teucrium*) erleben eine noch nie dagewesene Blütezeit. Einige Pionierpflanzen (*Artemisia*, *Caryophyllaceae*, *Rumex*-T., *Thalictrum*, *Saxifraga oppositifolia*-T.) und Pflanzen der Feuchtwiesen und Hochstauden (*Ranunculus*-T., *Ranunculaceae*, *Apiaceae*, *Filipendula*, *Alchemilla*) können sich ebenfalls ausbreiten. *Alnus viridis* sinkt auf weniger als 10 % und verschwindet somit aus der näheren Umgebung des Seeleins. Es ist anzunehmen, dass zu Beginn dieser Zone noch Lärchen in der Nähe vom Gouillé Rion standen (Nadeln im Sediment). Mit der Verdrängung fast aller Gehölzpflanzen sinkt der Baumpollen-Influx weiter ab (AP 496-1312 PK/cm<sup>2</sup>/a), während der Influx der Krautpflanzen ansteigt (NAP 800-1612 PK/cm<sup>2</sup>/a). Die relativ mächtige Siltschicht (3-0 cm) ist entweder auf die landwirtschaftliche Nutzung der Alpe d'Essertse (Bodenerosion) oder auf das heute nicht mehr funktionierende Bewässerungssystem mit Zubringerbisse und Staudamm zurückzuführen, hat sich doch eine der Bissenrinnen am südöstlichen Ufer vom Gouillé Rion über 1 m tief in den Moränenwall eingegraben.

Um 200 BP zeichnet sich ein letzter Kulturwechsel ab. Der Rückgang von *Cerealia*, *Secale*, *Cannabaceae* und *Juglans* zeigt, dass die intensiven Getreide-, Hanf- und Nussbaumkulturen auch in tieferen Lagen durch Grünlandkulturen ersetzt werden. Dieser Nutzungswandel, der im 19. Jahrhundert beginnt, ist als «Pastoralisierung» historisch dokumentiert (MATHIEU 1992). Das Erscheinen von *Olea* als Fernflug ist auf einen intensiveren Anbau südlich der Alpen zurückzuführen.

## VERÄNDERUNGEN UND HÖCHSTSTAND DER WALDGRENZE

Das Diagramm Gouillé Rion zeigt, dass zwischen 9500 BP und 3600 BP die Alpe d'Essertse bis in mindestens 2343 m Höhe mit Lärchen und Arven bewaldet ist. Ab 5000 BP beginnt die Waldgrenze zu sinken, allmählich lösen Grünerlengebüsche den Lärchen-Arvenwald ab. Erst zwischen 1700 und 900 BP wird diese walddnahe Vegetation durch Wiesen und Weiden ersetzt. Das von WELTEN (1982) publizierte Diagramm Mont Carré zeigt bis 4000 BP einen sehr ähnlichen Verlauf der Vegetationsgeschichte, leider liefert es aber für die Zeit nach 4000 BP keine Informationen mehr. Das vorliegende Diagramm Gouillé Rion erlaubt es, diese Informationslücke zu schliessen. Der Höchststand der Waldgrenze kann für die Alpe d'Essertse nicht durch das Diagramm Gouillé Rion abgeschätzt werden, befand sich das Seelein doch von 9500-3600 BP unterhalb und von 3600-1700 BP an der Waldgrenze. Um den Höchststand der Waldgrenze abzuschätzen, wurden deshalb zusätzlich bodenkundliche Methoden angewandt (TINNER 1994). Aus der Auswertung von Biosequenzen (BIRKELAND 1984: 162-169) ist für die Alpe d'Essertse anzunehmen, dass der Lärchen-Arvenwald die Höhe von 2500 m nie erreichte. Der Höchststand der Waldgrenze ist auf 2400 bis 2450 m ü.M. anzusetzen. Unterstützt wird diese Annahme, die sich v.a. auf bodenmorphologische Merkmale stützt, durch Holzkohlestücke, die regelmässig in den Bodenprofilen bis in 2380 m Höhe gefunden wurden.

Die durch SCHÖCH (persönliche Mitteilung 1993) an der Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft durchgeführte holzanatomische Bestimmung der Holzkohlestücke hat folgende Resultate ergeben (alle Holzkohlestücke aus schwach podsolierter saurer Braunerde):

| Probe        | Höhe ü.M. | Art              | Anzahl Stück |
|--------------|-----------|------------------|--------------|
| P1 40-50 cm  | 1780 m    | Pinus cembra     | 15           |
| P2 35-40 cm  | 2300 m    | Pinus cf. cembra | 8            |
| P25 25-30 cm | 2380 m    | Pinus cf. cembra | 14           |

Die grössten Stücke wurden anschliessend nach der AMS-Methode (Accelerating Mass Spectrometry) im Svedberg-Laboratoriet der Universität Uppsala (POSSNERT & SÖDERMAN, 1994) <sup>14</sup>C-datiert:

| Labornummer | Probe        | Höhe ü.M. | <sup>14</sup> C-Alter |
|-------------|--------------|-----------|-----------------------|
| Ua-3934     | P1 40-50 cm  | 1780 m    | 8515±90               |
| Ua-3935     | P2 35-40 cm  | 2300 m    | 7345±80               |
| Ua-3936     | P25 25-30 cm | 2380 m    | 6010±70               |

An den 7 zwischen 2415 und 2600 m Höhe gelegenen Profilstellen wurden keine Holzkohlestücke im Boden gefunden. Die Bestimmung und die Datierung der höchstgelegenen Holzkohlefunde (6010 BP) passt gut zu den pollenanalytischen Resultaten, aus denen hervorgeht, dass zu jener Zeit um den Gouillé Rion ein Arvenwald wuchs. Die ausserordentliche Bedeutung von *Pinus cembra* für die Bildung der Waldgrenze, geht auch daraus hervor, dass die Kurve der totalen Pollenkonzentration gleich verläuft wie die *Pinus cembra* Influx-Kurve. Solange *Pinus cembra* die Waldgrenze bildet, kommt es bei hohen Influx-Werten zu einer sehr geringen Sedimentation (Stabilisierung des Einzugsgebiets), dies führt zu einer maximalen Pollenkonzentration. Der Höchststand der Waldgrenze muss also für die Zeit zwischen 9000 und 5000 BP (maximale *Pinus cembra* Prozent- und Influx-Werte, schatten- und feuchtigkeitsliebende Hochstaudenvegetation, Spaltöffnungen) auf ungefähr 2400 bis 2450 m ü.M. angesetzt werden (Boden-Biosequenz, Holzkohlestücke im Boden). Die Waldgrenze der Alpe d'Essertse lag also während ihrem Optimum im Boreal und Atlantikum 50-100 m höher als die heutige Baumgrenze.

Vieles spricht dafür, dass die Auflockerung der Waldbestände und die Ausbreitung von *Alnus viridis* um 5000 BP auf menschliche Tätigkeiten im Bereich der Waldgrenze zurückzuführen sind, ist doch das Ansteigen der *Alnus viridis* Werte im Pollendiagramm Gouillé Rion mit dem Erscheinen von Kulturzeigern (Cannabaceae, Cerealialia) und der Zunahme von Weidezeigern (insbesondere *Plantago alpina*, *Juniperus*) verbunden. WELTEN (1982: 100-102) diskutiert den Zusammenhang zwischen Grünerlenausbreitung und Kultureinfluss und kommt dabei zum Schluss, dass die plötzliche Ausbreitung der Grünerle, die fast überall im Wallis um 5000 bis 4000 BP einsetzt, nur als Folge von Kulturmassnahmen zu verstehen ist. Möglicherweise wurde die Grünerle gegen Ende des Neolithikums und v.a. zu Beginn der Bronzezeit von den Bauern für die winterliche Fütterung (Laubheu) geschneitelt, zudem bildet sie für das Vieh wertvolle Futter-Hochstauden. Im Splüngengebiet ist der Rückgang der Arve und der Lärche und die Zunahme der Grünerle im Pollendiagramm um 5000 BP, mit einem starken Anstieg der im Pollenpräparat gezählten Holzkohleteilchen verbunden (WICK 1991). Dafür verantwortlich sind sehr wahrscheinlich ausgedehnte Brandrodungen der Alpstufe. In den Schweizer Alpen kommt es zwischen 5000 und 4400 BP zu einer Kaltphase (GAMPER & SUTER 1982: 109), die mit der kleinen Eiszeit zu vergleichen ist. Falls gleichzeitig zur Abkühlung eine Niederschlagszunahme erfolgte, dürfte dies die Ausbreitung der ozeanischeren Grünerle (und Fichte) gefördert haben. In der anschliessen-

den Warmphase (4400-3600 BP) waren die Arvenwälder durch die menschlichen Aktivitäten aber derart geschwächt, dass sie sich nicht mehr erholten. Die Ablösung der Grünerlenbestände durch Wiesen und Weiden (1700-900 BP) zeigt, dass im Mittelalter eine Intensivierung der landwirtschaftlichen Nutzung stattfand.

An dieser Stelle soll betont werden, dass das Seelein Gouillé Rion und die vielen Moore der Alpe d'Essertse für paläoökologische Untersuchungen von grösstem Wert sind. Die wunderbar erhaltenen Moränenwälle der Alpe d'Essertse, die zur Bildung dieser «Umweltarchive» führten, sind eindruckliche Zeugen der letzten Späteiszeit, die den malerischen Charakter dieser für die alpine Stufe sehr sanften Landschaft prägen. Ein ganzheitlicher Schutz der Moränenlandschaft der Alpe d'Essertse wäre aus diesen Gründen sehr zu begrüssen. Auf jeden Fall möchte ich aus meiner Sicht ROH & REY (1989) unterstützen, die zum Schutze der Alpe d'Essertse einen Verzicht auf Wasserbauten und Skiliftanlagen fordern.

## **ZUSAMMENFASSUNG**

### **Quartärbotanische Untersuchungen zur Vegetationsgeschichte der Alpe D'Essertse (Hérémence, Wallis).**

Um die Vegetationsgeschichte der Alpe d'Essertse zu untersuchen, wurden in 2343 m Höhe Bohrungen im Seelein Gouillé Rion durchgeführt. Anschliessend wurde das Sediment pollenanalytisch untersucht. Das Pollendiagramm Gouillé Rion zeigt, dass nach dem Gletscherrückzug um 13000 Jahre BP (Before Present) Schuttfuren und alpine Rasen die Alpe d'Essertse besiedelten. Zwischen 9500 und 3600 BP war die Alp bis in mindestens 2343 m Höhe mit Lärchen und Arven bewaldet. Ab 5000 BP lockerte sich der Wald auf und die Waldgrenze begann zu sinken. Allmählich lösten Grünerlengebüsche den Lärchen-Arvenwald ab. Erst zwischen 1700 und 900 BP wurde diese walddnahe Vegetation durch Wiesen und Weiden ersetzt. Der Höchststand der Waldgrenze im Holozän muss für die Alpe d'Essertse mit anderen Methoden geschätzt werden. Holzkohlefunde im Boden und Boden-Biosequenzen sprechen für einen Höchststand der Waldgrenze in 2400 bis 2450 m ü.M.

## **Dank**

Herzlich danken möchte ich: für die wertvollen Gespräche, für die Hilfe bei der Interpretation der Resultate und bei der Pollenanalyse B. Ammann, L. Wick, J. van Leeuwen, P. Germann und K. Peyer, für die Analyse der Holzkohlen W. H. Schoch und F. H. Schweingruber, für die Bearbeitung der AMS-<sup>14</sup>C-Proben G. Possnert, für die Hilfe bei der Feldarbeit M. Büschi, M. Buser, S. Canevascini, K. Ruch, D. Schmid und W. Tanner, für die Textkorrektur Ch. Angeli und Ph. Hadorn und für ihre Gastfreundschaft der Familie P. A. Dayer.



## Literatur

- AMMANN B., L. WICK 1993. Analysis of fossil stomata of conifers as indicators of the alpine tree line fluctuations during the Holocene. In: FRENZEL B.: Oscillations of the Alpine and Polar Tree Limits in the Holocene. *Paläoklimaforschung* 9: 175-186. Stuttgart: Gustav Fischer.
- BIRKELAND P.W. 1984. Soil and Geomorphology. New York & Oxford: *Oxford University Press*.
- FAEGRI K., J. IVERSEN 1975. *Textbook of pollen analysis*. Kopenhagen: Munksgaard.
- GAMPER M. J. SUTER 1982. Postglaziale Klimageschichte der Schweizer Alpen. *Geographica Helvetica* 2: 105-114.
- HÜPPE J., R. POTT 1992. Vegetationskundliche und pollenanalytische Studien zur oberen Waldgrenze im Fimbartal (Silvretta). Hannover Uni, Zeitschrift der Universität Hannover. *Mitteilungsblatt der Hannoverschen Hochschulgemeinschaft* 1: 49-76.
- LANDOLT E. 1984. Unsere Alpenflora. *Schweizer Alpenclub*.
- LANG G. 1993. Holozäne Veränderungen der Waldgrenze in den Schweizer Alpen - Methodische Ansätze und gegenwärtiger Kenntnisstand. *Festschrift Zoller, Dissertationes Botanicae* 196: 317-327.
- LANG G., K. TOBOLSKI 1985. Hobschensee - Late glacial and holocene environment of a lake near the timberline. *Dissertationes Botanicae* 87: 209-228.
- MOORE P.D., J.A. WEBB, M.E. COLLINSON 1991. Pollen analysis. *Oxford: Blackwell Scientific Publications*.
- MARKGRAF V. 1969. Moorkundliche und vegetationsgeschichtliche Untersuchungen an einem Moorsee an der Waldgrenze im Wallis. *Botanische Jahrbücher* 89: 1-63.
- MATHIEU J. 1992. Eine Agrargeschichte der inneren Alpen - Graubünden, Tessin, Wallis 1500-1800. Zürich: *Chronos Verlag*.
- PUNT W. G.C.S CLARK 1976ff. The Northwest European Pollen Flora. Bände I-VI. *Amsterdam: Elsevier*.
- ROH P.-D., Ch. REY 1989. Les marais de l'Essertse (Hérémence, VS). *Bull. Murithienne* 107: 167-185.
- STOCKMARR J. 1971. Tablets with spores used in absolut pollen analysis. *Pollen et spores* 13: 615-621.
- TINNER W. 1994. Veränderungen der oberen Waldgrenze im Holozän. Aktuelle Bodenforschung in der Schweiz. *Dokument 5 der Bodenkundlichen Gesellschaft der Schweiz*: 53-57.
- TRAUTMANN W. 1953. Zur Unterscheidung fossiler Spaltöffnungen der mitteleuropäischen Coniferen. *Flora* (140): 523-533.
- VALLET J.-M. 1950. Etude géologique et pétrographique de la partie inférieure du Val d'Hérens et du Val d'Hérémence (Valais). *Diss. Université Genève*. Zürich: Leemann.
- WELTEN M. 1950. Beobachtungen über den rezenten Pollenniederschlag in alpiner Vegetation. In: RÜBEL E., W. LÜDI 1950: Bericht über das Geobotanische Forschungsinstitut Rübel in Zürich für das Jahr 1949.
- WELTEN M. 1982. Vegetationsgeschichtliche Untersuchungen in den Schweizer Alpen: Bern-Wallis. *Denkschr. Schweiz. Naturf. Ges.* 95: 1-104 u. *Diagrammheft*.
- WICK L. 1991. Indagini paleoecologiche al Lago Basso, Pian dei Cavalli (area dello Spluga): primi risultati. In: FEDELE F. et al.: Preistoria e paleoambienti della Valchiavenna: Pian dei Cavalli. *Clavenna, bollettino del centro di studi storici valchiavennaschi* 30: 66-80.

- WICK L. 1994a: Vegetation development and human impact at the forest limit: palaeoecological studies in the Splügen pass area, N-Italy. *Proceedings of International Round Table Meeting in Brescia, 29. April-1. May 1993 (in press)*.
- WICK L. 1994b. Early-Holocene reforestation and vegetation change at a lake near the Alpine forest limit: Lago Basso (2250 m asl), Northern Italy. *Dissertationes Botanicae (in press)*.

BOHRUNG 12.8.1991  
ANALYSE: W. TINNER, 1992



